

Tecnologias para o Aproveitamento Integral dos Resíduos da Indústria Vitivinícola



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria de Alimentos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTOS 132

Tecnologias para o Aproveitamento Integral dos Resíduos da Indústria Vitivinícola

*Renata Valeriano Tonon
Caroline Mellinger Silva
Melicia Cintia Galdeano
Karina Maria Olbrich dos Santos*

***Embrapa Agroindústria de Alimentos
Rio de Janeiro, RJ
2018***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria de Alimentos
Avenida das Américas, 29.501 - Guaratiba
CEP 23.020-470, Rio de Janeiro, RJ
Fone: +55 (21) 3622-9600
Fax: +55 (21) 3622-9713
www.embrapa.br/agroindustria-de-alimentos/
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Agroindústria de Alimentos

Presidente
Virgínia Martins da Matta

Membros
*André Luis do Nascimento Gomes, Celma
Rivanda Machado de Araujo, Daniela De
Grandi Castro Freitas de Sá, Elizabete Alves
de Almeida Soares, Janine Passos Lima da
Silva, Leda Maria Fortes Gottschalk, Marcos de
Oliveira Moulin, Otniel Freitas Silva e Rogério
Germani*

Supervisão editorial
Virgínia Martins da Matta

Revisão de texto
Regina Celi Araújo Lago

Normalização bibliográfica
Elizabete Alves de Almeida Soares

Tratamento das Figuras e ilustrações
Marcos de Oliveira Moulin

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Marcos de Oliveira Moulin

Fotos da capa
Sidney Pacheco

1ª edição
Publicação digitalizada (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Nome da unidade catalogadora

Tecnologias para o aproveitamento integral dos resíduos da indústria vitivinícola.
/ Renata Valeriano Tonon [et al.]. – Rio de Janeiro : Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2018.

41 p. ; 21 cm. – (Documentos / Embrapa Agroindústria de Alimentos,
ISSN 1516-8247 ; 132).

1. bagaço de uva. 2. vitivinicultura. I. Tonon, Renata Valeriano. II. Silva, Caroline Mellinger. III. Galdeano, Melícia Cíntia. IV. Santos, Karina Maria Olbrich dos. V. Série.

Autores

Renata Valeriano Tonon

Engenheira de Alimentos, D.Sc. em Engenharia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ

Caroline Mellinger Silva

Farmacêutica-Bioquímica, D.Sc. em Ciências, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ

Melicia Cintia Galdeano

Farmacêutica-Bioquímica, D.Sc. em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ

Karina Maria Olbrich dos Santos

Engenheira de Alimentos, D.Sc. em Ciência da Nutrição, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ

Apresentação

A indústria vitivinícola brasileira vem crescendo consideravelmente nos últimos anos, destacando-se a região Sul e, mais recentemente, a região do Vale do São Francisco, com vinhos de boa qualidade que atendem o mercado interno e são também destinados à exportação.

O aumento na produção acarreta em um aumento na quantidade de resíduos gerados durante o processo de vinificação, que, de modo geral, são ricos em fibras e compostos antioxidantes. Dessa forma, o aproveitamento desses resíduos pode permitir a obtenção de ingredientes com alto valor agregado, reduzindo o impacto ambiental negativo do descarte inadequado.

O uso do bagaço de uva como matéria-prima para a produção destes ingredientes pode ser de interesse para a própria vinícola, ou ainda, para indústrias produtoras de corantes e antioxidantes naturais, de alimentos funcionais, ou mesmo de produtos não alimentícios.

Esta publicação apresenta diferentes possibilidades de aproveitamento das diversas frações que compõem o bagaço de uva, algumas delas desenvolvidas pela Embrapa e seus parceiros, desde o desenvolvimento de ingredientes ricos em fibras e/ou compostos fenólicos até suas aplicações em diversos tipos de produtos.

Lourdes Maria Corrêa Cabral

Chefe Geral da Embrapa Agroindústria de Alimentos

Sumário

Introdução	06
Produção de uvas para vinho no Brasil.....	07
Processos de vinificação no Brasil	08
Resíduos dos processos de produção de vinho.....	11
Composição das sementes de uva	13
Composição das cascas de uva.....	15
Alternativas tecnológicas para o aproveitamento do bagaço de uva	16
Obtenção de farinha de casca de uva	16
Recuperação do óleo de semente de uva.....	18
Recuperação de compostos bioativos da casca e semente de uva	20
Recuperação de fibras alimentares da casca e da semente de uva.....	22
Destinos para a aplicação da biomassa final	24
Potencial de aplicação dos insumos recuperados do bagaço de uva.....	30
Considerações finais	33
Referências	35

Introdução

A vitivinicultura vem apresentando importante crescimento no Brasil. A expansão das áreas de cultivo de uvas viníferas e das agroindústrias de vinhos finos intensificou-se nas últimas décadas, colocando o país entre os grandes produtores mundiais. Atualmente, a Região Sul do país destaca-se como a maior produtora de uvas e vinhos finos, seguida pela região do Submédio do Vale do São Francisco, na Região Nordeste.

A produção de vinhos gera um grande volume de resíduos, que são geralmente utilizados pelas vinícolas como adubo orgânico ou destinados para ração animal. Contudo, nos últimos anos, estes resíduos têm sido considerados uma fonte barata e rica de compostos bioativos valiosos, com reconhecidos benefícios à saúde. Nesse sentido, a extração de compostos fenólicos e fibras solúveis do bagaço de uva vem sendo proposta como uma alternativa de obtenção de ingredientes ricos em compostos bioativos e com alto valor agregado. As sementes da uva, que fazem parte dos resíduos gerados, também apresentam potencial de aproveitamento, tanto em função de seu óleo, rico em ácidos graxos insaturados, como do seu conteúdo de fibras e compostos fenólicos.

No entanto, após a extração destes compostos, um grande volume de resíduos sólidos permanece, o que ainda representa um problema econômico e ambiental. Estes resíduos contêm uma grande quantidade de fibras alimentares, o que sugere que sua exploração de forma integral pode resultar em potenciais ingredientes para a formulação de diversos tipos de alimentos ou produtos para outros segmentos industriais. As fibras alimentares têm se destacado pelos benefícios que promovem à manutenção, proteção e recuperação da saúde humana, relacionados principalmente ao melhor funcionamento do trato gastrointestinal.

Este documento visa apresentar as principais formas de aproveitamento do bagaço de uva que têm sido estudadas pela Embrapa e seus parceiros, desde o desenvolvimento de ingredientes ricos em fibras e/ou compostos fenólicos até suas aplicações em diversos tipos de produtos.

Produção de uvas para vinho no Brasil

No Brasil, a produção de uvas viníferas concentra-se principalmente na Região Sul do país, em particular no estado do Rio Grande do Sul, na região da Serra Gaúcha. Segundo Zanús (2015), a viticultura praticada nessa Região inclui polos localizados em áreas de clima temperado, com um período de repouso hibernar definido, e polos em áreas subtropicais úmidas, com cultivo em dois ciclos anuais. Cerca de 80% da uva produzida é de variedades americanas e híbridas, sendo a maior parte destinada ao processamento agroindustrial de vinhos, sucos e outros derivados. As principais cultivares de viníferas brancas produzidas na região Sul são a Moscato Branco, Riesling, Trebbiano e Chardonnay. Entre as uvas tintas predominam as cultivares Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Franc e Tannat.

Na Região Nordeste, o Vale do São Francisco tem se destacado pela expansão recente da produção vitivinícola em clima tropical semiárido, que se caracteriza pela ausência de período de repouso, período de crescimento vegetativo bem curto e necessidade de irrigação, além de manejos culturais específicos. A atividade vinícola nessa região data de meados dos anos 80 e está concentrada no Submédio São Francisco, no eixo Petrolina-Juazeiro, onde desde 2001 registra-se a expansão da área de cultivo de uvas destinadas à fabricação de vinhos finos. Atualmente, as principais variedades de uvas viníferas cultivadas no semiárido nordestino são a Cabernet Sauvignon, Syrah, Moscato Canelli, Chardonnay e Chenin Blanc.

A produção de vinhos no Brasil tem crescido consideravelmente nos últimos anos. Segundo a Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV), entre 2016 e 2017 houve um aumento de 169% da produção nacional, o que colocou o Brasil como o 14º país no ranking dos maiores produtores do mundo. O segmento dos espumantes vem apresentando um crescimento importante no mercado brasileiro, enquanto os vinhos finos (tintos e brancos) vêm crescendo em uma taxa menor, devido à competição com vinhos importados (Zanús, 2015). Em relação aos vinhos de mesa, a melhor qualificação do consumidor e sua consequente migração para o consumo de vinhos importados de baixo preço tem provocado uma diminuição gradual de sua produção.

Processos de vinificação no Brasil

Os processos mais comumente utilizados na produção dos vinhos tinto e branco e os principais resíduos gerados estão apresentados em um diagrama simplificado na Figura 1. A diferença na elaboração dos dois produtos está, basicamente, na etapa de fermentação: no caso do vinho tinto, as cascas e sementes da uva são fermentadas juntamente com o mosto, enquanto na produção do vinho branco estes materiais são separados logo após o esmagamento das uvas.

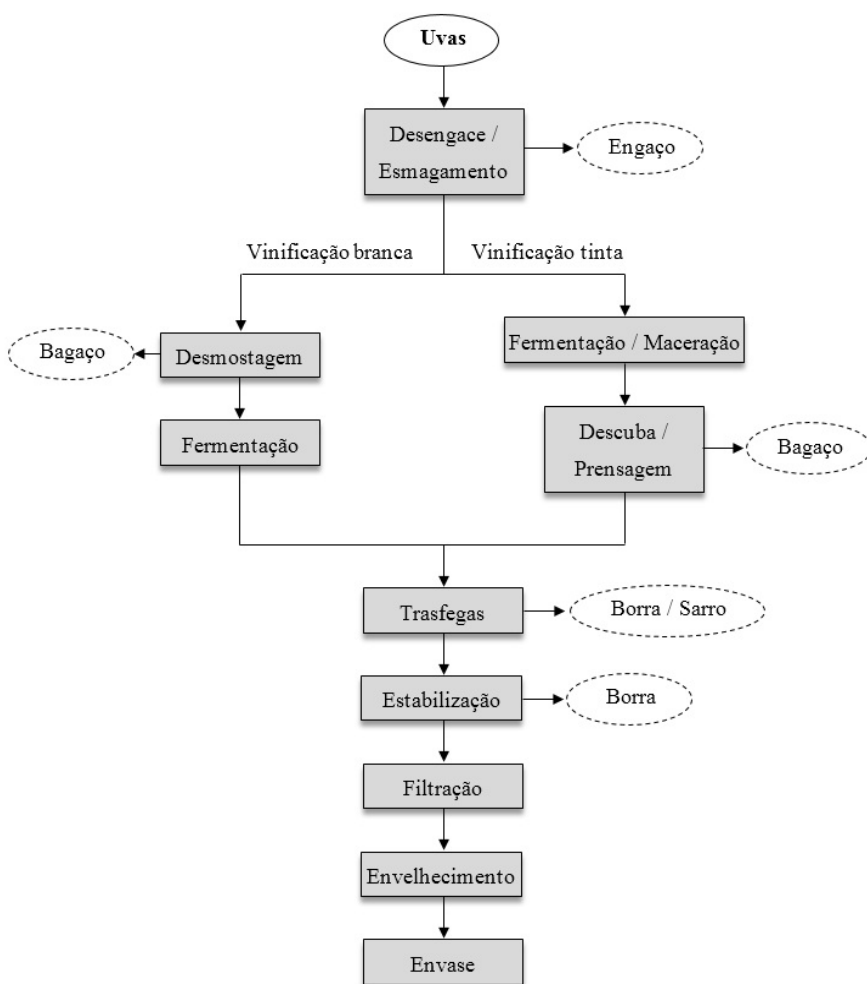


Figura 1. Processos de produção de vinho branco e vinho tinto.

A primeira etapa do processo de produção de vinhos é o desengace e esmagamento das uvas. O desengace consiste na retirada do engaço, componente rico em taninos, que pode conferir adstringência e amargor indesejáveis aos vinhos. O esmagamento é realizado para liberar o suco e não deve permitir que as partes sólidas da uva (casca e sementes) sejam trituradas, o que causaria a formação de borras e aparecimento de sabor herbáceo (Guerra; Barnabé, 2005).

Na produção do vinho branco, após o esmagamento é realizada a desmostagem, que consiste na separação do mosto das partes sólidas da uva, gerando como resíduo o bagaço de uva não fermentado, composto por cascas, sementes e eventuais engaços remanescentes. No caso do vinho tinto, o mosto é fermentado juntamente com as partes sólidas da uva, cujos pigmentos irão conferir a cor característica deste vinho. Previamente à fermentação, costumam-se realizar etapas de sulfitação do mosto, a fim de controlar o crescimento de leveduras e bactérias, e adição de enzimas pectinolíticas, visando aumentar o rendimento e facilitar as etapas de estabilização/clarificação, resultando em vinhos mais límpidos.

Na etapa de fermentação, leveduras são adicionadas ao mosto e transformam açúcares em etanol e subprodutos, sendo a *Saccharomyces cerevisiae* a mais comumente utilizada no processo de vinificação. Caso a uva não contenha a quantidade de açúcar necessária para se obter o grau alcoólico desejado, pode-se fazer uma correção (adição) no teor de açúcares, também conhecida como chaptalização. No caso do vinho tinto, juntamente com a fermentação ocorre a maceração, etapa em que ocorre a extração dos compostos presentes nas partes sólidas da uva. O tempo de maceração varia de 3 a 6 dias para vinhos consumidos sem envelhecimento e de 6 a 20 dias para vinhos destinados ao envelhecimento (Guerra; Barnabé, 2005). Após a fermentação alcoólica, pode ocorrer espontaneamente a fermentação malolática, que consiste na transformação do ácido málico em ácido láctico por bactérias lácticas, visando reduzir a acidez titulável do vinho e melhorar suas características sensoriais. A fermentação malolática pode ser interrompida, caso não seja do interesse da vinícola.

No caso do vinho tinto, após a fermentação ocorre a etapa de descuba, que é a separação das partes sólidas do vinho em produção, gerando como resíduo o bagaço de uva fermentado. Em seguida, o bagaço é prensado para

aumentar o rendimento de vinho obtido. No processamento do vinho branco, a prensagem pode ser realizada no início da vinificação.

Na etapa de *trasfega*, o vinho é transferido de um recipiente para outro, de modo a remover os sólidos insolúveis remanescentes. Nesta etapa, dois outros resíduos são gerados: a borra, massa heterogênea composta basicamente de vinho e sólidos insolúveis como sais de tartarato, e, em menor quantidade, o sarro, material sólido mais resistente que permanece incrustado nos recipientes (Silva, 2003).

Em seguida, é feita a estabilização do vinho, etapa na qual substâncias como polifenóis, proteínas e ácido tartárico são neutralizados ou removidos por sedimentação. A estabilização dos fenólicos é realizada adicionando-se compostos proteicos que se complexam com os polifenóis, formando compostos pesados que sedimentam, reduzindo a turbidez e adstringência do vinho. A estabilização proteica geralmente é feita por clarificação com bentonite, enquanto a estabilização tartárica é realizada pelo uso de baixas temperaturas, que fazem com que o ácido tartárico reaja com os íons potássio ou cálcio, formando sais que, se formados nas garrafas, prejudicariam o aspecto visual dos vinhos (Guerra; Barnabé, 2005). Nessa etapa, também se gera uma borra como resíduo.

A filtração é uma das últimas etapas na produção dos vinhos, na qual ocorre a retirada de micropartículas indesejáveis e a estabilização microbiológica. Utilizam-se, geralmente, filtros do tipo terra, placas e lenticular. Essa etapa deve ser realizada com muito cuidado, pois pode prejudicar características importantes dos vinhos, como sua estrutura e aroma.

O envelhecimento do vinho pode ser feito em barricas de madeira, material que possibilita uma oxidação controlada e adequada. Após o envelhecimento, os vinhos são armazenados em garrafas de vidro, podendo ser envasados sem misturas de variedades (vinhos varietais) ou misturados, de acordo com as características finais desejadas.

A produção dos espumantes, que vêm se destacando no Brasil, pode ser realizada por três métodos: *Champenoise*, *Charmat* e *Asti*. Nos dois primeiros, um vinho base obtido por meio de uma fermentação convencional, é adicionado de um “licor” contendo açúcares e leveduras, e submetido a uma

segunda fermentação. No método *Champenoise*, essa fermentação ocorre nas próprias garrafas, que são colocadas em uma base inclinada que faz com que as borras da fermentação sejam conduzidas ao bico das garrafas, de onde são removidas após resfriamento adequado. No método *Charmat*, a segunda fermentação ocorre em tanques de aço inox. Já o espumante produzido pelo método *Asti* resulta de apenas uma fermentação do suco de uva em tanque hermético, sem a necessidade de um vinho base. Nesse método, são utilizadas uvas do tipo moscatel ou moscato (Simonaggio; Lehn, 2014).

Resíduos dos processos de produção de vinho

O bagaço de uva é o principal resíduo gerado durante a produção de vinhos, sendo constituído de polpa residual dos bagos do fruto, cascas, sementes e engaços (Figura 2).

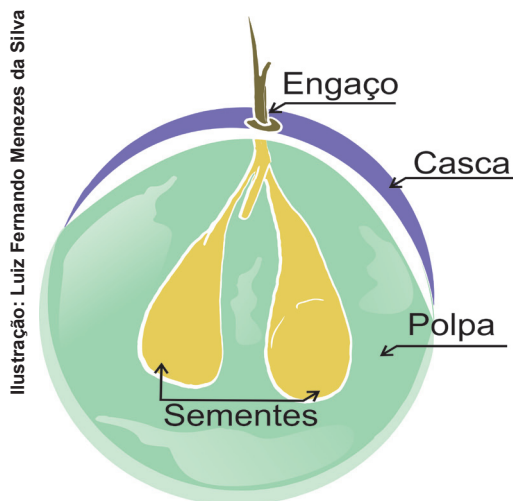


Figura 2. Representação esquemática de um bago de uva.

A proporção de cada componente do bagaço depende de muitos fatores, como a variedade da uva, o solo, o clima e a safra, gerando grande variabilidade em sua constituição. Em geral, o bagaço seco é composto por 5-10% de polpa residual, 38-52% de sementes e 8-20% de casca e engaço (Christ; Burrit, 2013; Brenes et al., 2016).

Os bagaços provenientes do processo de vinificação branca apresentam maior quantidade de polpa residual e açúcares quando comparados aos de vinificação tinta, uma vez que os primeiros não são submetidos à etapa de fermentação. Com isso, estima-se que, apesar das variáveis do processamento, os bagaços provenientes da vinificação branca representam cerca de 25% do peso do fruto, enquanto os bagaços de vinificação tinta representam cerca de 19% (Dwyer et al., 2014; Mendes et al., 2013). Esse menor rendimento do bagaço de vinho tinto é justificado pela conversão de açúcares em álcool durante o processo de fermentação do fruto, que pode durar entre 7 e 14 dias (Amienyo et al., 2014).

A composição dos bagaços de uva também é variável e depende dos mesmos fatores previamente citados, contendo, basicamente, água (umidade), fibras, proteínas, lipídios (óleos), carboidratos metabolizáveis (açúcares e amido), minerais (cinzas) e metabólitos secundários (compostos bioativos) (Beres et al., 2017), fazendo desses resíduos valiosas fontes para o aproveitamento e desenvolvimento de coprodutos de valor agregado para o uso em diferentes segmentos industriais, quer alimentícios ou não.

As rotas tecnológicas para o aproveitamento do bagaço de uva são desenhadas para (1) o aproveitamento do bagaço integral, (2) aproveitamento das sementes e (3) aproveitamento das cascas, em que diferentes compostos podem ser recuperados, como mostra a Figura 3.

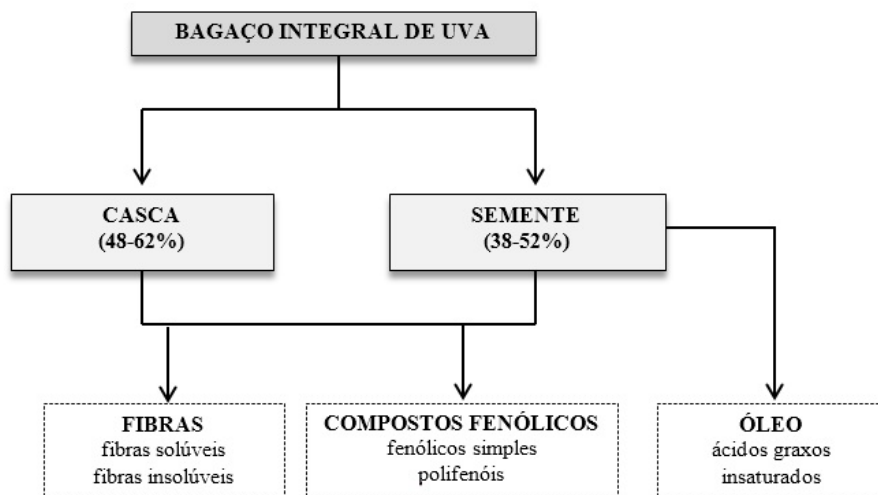


Figura 3. Bagaço integral de uva, suas frações e compostos de interesse. Fonte: Beres et al., 2017.

O produto pioneiro e mais tradicional do aproveitamento do bagaço de uva é o óleo de semente de uva que, desde a década de 1930, é bastante consumido na Europa. No Brasil, a produção do óleo da semente ainda é muito pequena, mas é, até o momento, o coproduto mais valorado dos resíduos da cadeia da uva (Camargo et al., 2010). O aproveitamento de outras frações do bagaço ainda é limitado. Estima-se que apenas 3% do bagaço seja utilizado, para, especialmente, a adubação do solo nas próprias vinícolas ou para alimentação animal. Ainda assim, já é possível encontrar comercialmente, tanto no Brasil como no exterior, farinhas do bagaço de uva integral, da casca e da semente.

Composição das sementes de uva

A composição das sementes de uva depende da cultivar e de fatores edafoclimáticos. As fibras são os componentes mais abundantes, seguido por lipídios, proteínas, açúcares, minerais e compostos menores, como os fitosteróis e fenólicos, dentre outros metabólitos secundários (Figura 4).

A variação do teor de lipídios nas sementes é ampla e pode representar entre 10 e 20% de seu peso, podendo gerar diferentes rendimentos de

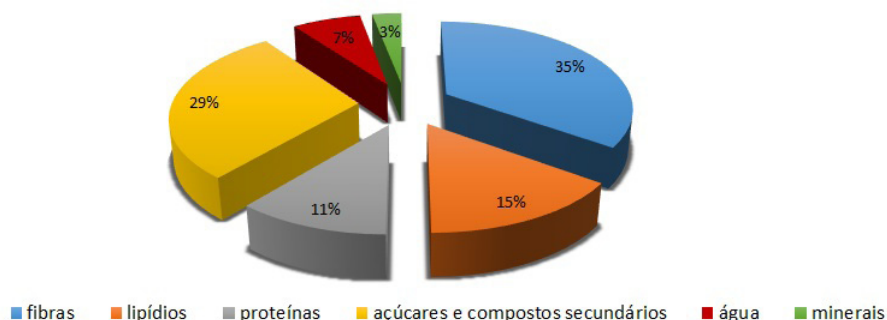


Figura 4. Composição média das sementes de uva. Dados compilados da literatura. Fonte: Luque-Rodriguez et al., 2005; Rockenbach et al., 2012.

óleo (Luque-Rodriguez et al., 2005; Rockenbach et al., 2012). A fração de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) do óleo é de 85-90%, considerada alta quando comparada a outros óleos vegetais. O ácido graxo presente em maior concentração é o ácido linoleico, que representa cerca de 66 a 73% do total (Fernandes et al., 2013; Garavaglia et al., 2016). Parte dos metabólitos secundários também é extraída com o óleo, agregando funcionalidade a ele, especialmente pela presença de compostos com capacidade antioxidante, como catequinas, epicatequinas, *trans*-resveratrol e procianidina B1 (Garavaglia et al., 2016).

Após a remoção do óleo da semente, o resíduo sólido final, conhecido como torta, ainda pode conter entre 60 e 80% de fibras, distribuídas entre celulose, lignina e hemiceluloses (Chamorro et al., 2012). As possibilidades de aplicação para a celulose e a lignina de diversas fontes vegetais são conhecidas e valoradas, principalmente para fins não alimentícios, como em indústrias de papel, nanocelulose, adesivos, materiais e mobiliários, dentre outras (Beres et al., 2017). Apesar de poucos relatos na literatura sobre as hemiceluloses presentes na semente de uva, estudos mostram que as galactomananas, glucomananas e xiloglucanas são os principais polissacarídeos encontrados (Buckeridge et al., 2000). Essas mananas vegetais são interessantes por apresentarem propriedades de absorção de água e são consideradas como fibras alimentares funcionais, pois auxiliam no funcionamento do trato digestivo, sendo classificadas como fibras nobres (Buckeridge et al., 2000). Além de fibras, a torta da semente também é muito rica em compostos

fenólicos, especialmente ácido gálico, catequina e epicatequina e, dentre os minerais, destaca-se o teor de ferro (Brenes et al., 2016).

Composição das cascas de uva

Da mesma forma que para a semente, existe grande variabilidade na composição das cascas de uva, inclusive para uma mesma variedade da fruta. Observa-se que as fibras alimentares compreendem mais de 50% dos componentes presentes, fazendo desse resíduo fonte para recuperação de fibras. Comparado às sementes, o teor de lipídios da casca é pequena. Observa-se também a presença de proteínas, carboidratos, água e minerais (Figura 5).

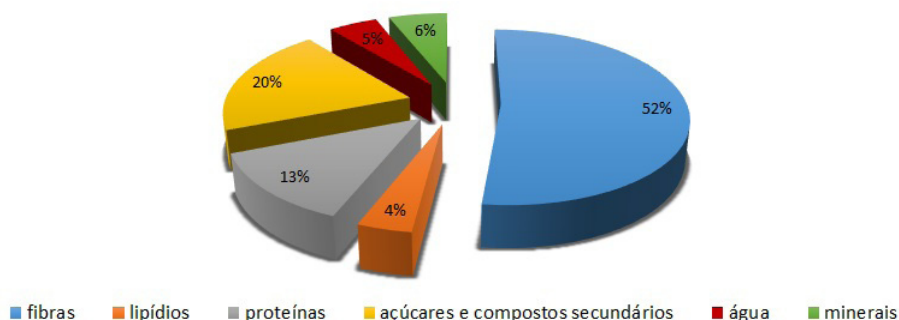


Figura 5. Composição média das cascas de uva. Dados compilados da literatura. Fonte: Luque-Rodríguez et al., 2005; Rockenbach et al., 2012.

A casca da uva apresenta uma ampla diversidade de polissacarídeos, provenientes da complexidade da própria estrutura da parede celular, que contém 30% de polissacarídeos neutros (celulose, xiloglucana, arabinana, galactana, xilana e manana) e 20% de polissacarídeos ácidos (pectinas: homogalacturonanas, ramnogalacturonanas e arabinogalactanas), além da presença de 15% de protoantocianidinas complexadas na parede celular e lignina (González-Centeno et al. 2010; Deng et al., 2011). Dessas fibras, cerca de 90% são fibras insolúveis, que compreendem a celulose, certas hemiceluloses e a lignina (Beres et al., 2016; Beres et al., 2017).

Além das fibras, a casca da uva também apresenta uma ampla variedade de compostos fenólicos de diferentes classes, incluindo as antocianinas,

pigmentos que conferem sua coloração roxa. Dentre os principais compostos fenólicos, destacam-se o ácido gálico, catequina, epicatequina, proantocianidinas, prodelfinidinas, ácido elágico, miricetina, quercetina, kaempferol, resveratrol e rutina. Estima-se que cerca de 70% desses compostos estejam retidos na casca, fazendo dela uma excelente fonte para recuperação dessas biomoléculas (Brenes et al., 2016, Beres et al., 2017).

É interessante observar que, de modo geral, independentemente da variedade de uva e do tipo de processamento ao qual tenha sido submetida, os mesmos tipos de moléculas são identificados nas diferentes frações que compõem os bagaços, no que diz respeito a fibras alimentares, metabólitos secundários e minerais, embora presentes em diferentes concentrações. Este é um fator positivo no que tange as possibilidades para o aproveitamento desses resíduos e desenvolvimento de novos produtos com agregação de valor na cadeia vitivinícola.

Alternativas tecnológicas para o aproveitamento do bagaço de uva

No Brasil, como já comentado anteriormente, o principal destino do bagaço de uva ainda é a compostagem ou a alimentação animal. Contudo, com o crescimento da produção e processamento de uva no Brasil, o volume de bagaço vem aumentando, o que torna crucial a implementação de soluções tecnológicas para o aproveitamento desse resíduo agroindustrial na geração de produtos de maior valor agregado. A recuperação do óleo, fibras e compostos bioativos do bagaço de uva possibilita o desenvolvimento de ingredientes e insumos de interesse para a indústria de alimentos, suplementos e cosméticos.

Obtenção de farinha de casca de uva

A casca de uva seca e moída, aqui denominada de farinha de casca de uva, é o ingrediente mais comercial obtido a partir do bagaço de uva. Apresenta alto teor de compostos fenólicos, antocianinas e fibras alimentares. Ao contrário dos demais ingredientes oriundos do bagaço, não há necessidade de extração para sua utilização e, assim, o processo de obtenção desse produto é mais

econômico e tem menor impacto sobre o meio ambiente, resultando em uma abordagem sustentável.

Para que as cascas possam ser transformadas em ingrediente, precisam ser estabilizadas para evitar degradações que poderiam comprometer seu uso. Isto porque, dependendo da origem e da intensidade da pressão aplicada na operação de prensagem do bagaço, as cascas ainda apresentam teor de umidade variando entre 50 e 75%, alto o suficiente para promover degradação microbiana e enzimática.

Dentre os métodos de conservação usados citam-se: (i) remoção de oxigênio por compactação; (ii) pulverização com ácidos (sulfúrico, tartárico ou fosfórico) ou sulfitos; (iii) irradiação gama ou (iv) remoção de umidade por secagem. Este último é um dos mais utilizados para melhorar a estabilidade das cascas de uva e pode ocorrer de modo natural ou artificial. No primeiro utiliza-se das energias solar e eólica para reduzir a umidade, evitando o risco de danificação mecânica e térmica. Porém, trata-se de um método demorado e que depende das condições ambientais. O segundo possibilita maior eficiência na remoção da umidade, garantindo qualidade nutricional, boa aparência e impedindo a proliferação de microrganismos (Ayed et al., 1999).

O tipo de secagem a ser escolhido depende do desempenho na preservação dos compostos bioativos presentes, bem como do custo do processo. Uma das técnicas mais usadas para as cascas de uva é a secagem convencional em secadores de bandeja, em que o produto a ser seco é submetido, por um período de tempo, a uma temperatura de 40 a 60 °C (Teles et al., 2018). Outra técnica interessante, contudo onerosa, é a liofilização, processo em que os produtos são submetidos a baixas temperaturas, preservando suas propriedades nutricionais originais. No entanto, materiais liofilizados podem apresentar maiores perdas de compostos bioativos durante o armazenamento, devido à sua alta porosidade, que aumenta o contato com o ar e sua suscetibilidade à oxidação. A secagem das cascas por infravermelho também preserva os bioativos presentes, mas também é uma tecnologia mais cara que os métodos convencionais de secagem (Sui et al., 2014).

Outro aspecto relativo à segurança deste ingrediente refere-se à presença de compostos químicos oriundos do metabolismo de fungos, as micotoxinas. Como os fungos podem produzir micotoxinas, mesmo em baixos níveis de

atividade de água, é importante a aplicação de tratamento térmico que reduza a biota contaminante, dificultando a formação das micotoxinas, e que evite perdas no teor de compostos bioativos.

Após a secagem, as cascas devem ser moídas para quebrar as partículas maiores e transformá-las em uma farinha homogênea. A moagem é realizada em moinhos de discos, bolas ou facas/martelos e, posteriormente, o material moído é classificado em peneiras classificatórias, também conhecidas por *plansifters*, para padronização granulométrica. O produto moído apresenta alto potencial de uso na panificação e confeitaria, em barras de cereais, produtos expandidos, suplementos vitamínicos, sucos, entre outros produtos, para adicionar cor, aroma e propriedades nutricionais extras e efeito antioxidante.

Pães e biscoitos constituem a categoria com o maior número de aplicações da farinha de casca de uva. Sua incorporação requer a adaptação da formulação e de parâmetros de processamento para preservar a qualidade dos produtos. Os produtos lácteos são a segunda categoria de alimentos com aplicações de enriquecimento de compostos fenólicos utilizando farinha de casca de uva (Garcia-Lomillo; Gonzalez-Sanjose, 2017).

Recuperação do óleo de semente de uva

A semente de uva contém cerca de 10 a 20% de lipídios, dependendo da variedade. O óleo da semente de uva é considerado um coproduto de alto valor agregado, sendo utilizado principalmente nas indústrias cosmecêutica e alimentícia. Este óleo contém alto teor de ácidos graxos insaturados, como o ácido linoleico.

Um dos métodos mais tradicionais para recuperação do óleo de sementes oleaginosas é a extração sólido-líquido, utilizando solventes como o hexano, éter etílico, etanol, entre outros. Neste método, as sementes são trituradas e colocadas em contato com o solvente, que, por afinidade, promove a extração do óleo. Ao final da extração, o solvente é recuperado para posterior reuso. Embora seja uma técnica com alto rendimento, apresenta como inconveniente a possível toxicidade dos solventes para o manipulador e para o meio ambiente. Além disso, exige um controle rigoroso do tempo e da temperatura de extração, uma vez que podem provocar a degradação

térmica de compostos bioativos a serem extraídos. Questões ambientais, de segurança e de saúde têm impulsionado o interesse na busca por métodos de extração e no uso de solventes sustentáveis.

A extração por prensagem mecânica, outro processo clássico, vem ganhando destaque, por ser considerado um método “limpo”, representando menores custos e menor impacto ambiental. Pode ser realizada em prensa contínua ou hidráulica: a primeira é constituída por uma rosca sem fim que esmaga o material, liberando o óleo, enquanto a segunda apresenta um cilindro perfurado contendo um êmbolo que pressiona a matéria-prima. Em geral, a qualidade dos óleos obtidos por prensagem é superior à dos obtidos por extração com solventes, mas o rendimento é relativamente baixo. Por isso, a extração por prensagem é mais indicada para materiais com alto teor de óleo, além de ser recomendada para óleos com alto valor agregado, para uso em cosméticos, como é o caso do óleo da semente de uva. A extração por prensagem mecânica resulta em um óleo bruto, que pode ser escuro e apresentar sedimentos, dependendo da matéria-prima, o que pode levar a uma menor aceitação do produto. Dessa forma, pode-se realizar uma filtração após a extração,

No caso da semente de uva, além do relativo baixo teor de lipídios, o alto teor de lignina pode ser uma limitação ao processo de extração do óleo por prensagem mecânica. Nesse sentido, a aplicação de pré-tratamentos enzimáticos tem sido sugerida como uma alternativa para aumentar o rendimento de extração. No processo, adicionam-se enzimas antes da prensagem das sementes para que ocorra o rompimento da parede celular, facilitando a saída do óleo. Como a parede celular é composta por diferentes polissacarídeos ligados a uma proteína estrutural, o extrato enzimático deve conter enzimas com diferentes atividades, tais como celulasas, hemicelulasas, pectinases, amilases e proteases. As principais vantagens dessa técnica são o aumento do rendimento de extração e a redução da viscosidade da mistura, que ocasiona melhora do fluxo na etapa de separação (Couri; Freitas, 2001).

Outros processos mais recentes e eficientes na recuperação do óleo de sementes são as extrações utilizando ultrassom e fluido supercrítico. O uso do ultrassom tem sido recomendado devido às forças de cavitação geradas, que envolvem a implosão de bolhas formadas no meio líquido durante sua aplicação. Essa implosão gera rápida compressão adiabática dos gases

e vapores dentro das bolhas e, como consequência, altas temperaturas e pressões são produzidas, resultando em uma melhor extração (González-Centeno et al., 2014). A extração supercrítica envolve o uso de fluidos supercríticos, que são substâncias que se encontram em condições de pressão e temperatura superiores aos seus parâmetros críticos. Devido à sua baixa viscosidade e alta capacidade de difusão, os fluidos supercríticos apresentam propriedades de transporte melhores que os líquidos, resultando em melhores rendimentos de extração (Abbas et al., 2008). O dióxido de carbono (CO₂) é o fluido mais utilizado nesse tipo de extração.

Recuperação de compostos bioativos da casca e semente de uva

Conforme mencionado, o bagaço de uva proveniente da elaboração de vinhos inclui cascas e sementes, além de engaços, e apresenta conteúdo elevado de compostos fenólicos biologicamente ativos, uma vez que as práticas de vinificação extraem apenas parte desses compostos. Antocianinas, ácidos fenólicos, flavanóis, flavonóis e resveratrol são os principais compostos fenólicos presentes no bagaço de uva, que também contém fibras alimentares associadas a esses compostos. Localizadas principalmente na casca, as antocianinas são responsáveis pela coloração das uvas tintas e de produtos derivados, como o suco de uva e o vinho tinto. Estima-se que somente cerca de 30 a 40% das antocianinas sejam extraídas no processamento da uva tinta para a obtenção de vinho e outros derivados. No caso da vinificação em branco, o teor de compostos fenólicos do bagaço é maior, já que no processo há pouco contato da polpa com a casca (Gómez-Plaza et al., 2006).

Os efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios e cardioprotetores associados ao consumo de vinho, suco e outros derivados da uva têm sido atribuídos a esses compostos fenólicos (Georgiev et al., 2014). Além dos benefícios à saúde, os compostos fenólicos também mostram forte apelo para uso em formulações alimentares por apresentarem a função de corante e de antioxidante de origem natural. A grande vantagem do uso de extratos de compostos fenólicos em relação à farinha da casca, que também apresenta quantidade relevante destes compostos, é devido a sua maior concentração no extrato. Assim, uma menor quantidade de extrato pode ser usada para obter o mesmo efeito de enriquecimento ou coloração de um alimento, em comparação com a

farinha, resultando em menor interferência nas características sensoriais do produto formulado. Portanto, a recuperação destes compostos das cascas e das sementes de uva possibilita a geração de ingredientes funcionais para alimentos e suplementos alimentares.

Diferentes processos e condições de extração têm sido estudados na busca de soluções tecnológicas para otimizar a obtenção destes compostos. A extração sólido-líquido é a principal técnica aplicada para recuperar compostos fenólicos do bagaço de uva. A temperatura e o solvente utilizados estão entre os parâmetros mais importantes para a eficiência da extração, assim como a proporção soluto-solvente e o tamanho das partículas, que define a superfície de contato com o solvente. Os solventes mais empregados para a extração de compostos fenólicos são o metanol, acetona, etanol, água, acetato de etila, soluções aquosas com estes solventes e misturas destes (Cruz, 2013). A escolha do solvente depende da aplicação desejada para o extrato. No caso da aplicação em alimentos, visando a segurança do consumidor, emprega-se, preferencialmente, meios aquosos e misturas binárias com solventes GRAS (*generally recognized as safe*), como o etanol acidificado. Compostos fenólicos ligados a matrizes celulares vegetais são dificilmente extraídos por solventes em condições brandas, sugerindo como alternativas o uso de enzimas hidrolíticas ou de tecnologias como alta pressão hidrostática, ultrassom, micro-ondas, entre outras, para ruptura de paredes celulares e maior rendimento da extração. A concentração e a secagem do extrato obtido podem ser realizadas visando a obtenção de extratos com maiores teores das substâncias de interesse.

O teor e o perfil de fenólicos dos extratos, assim como a concentração de compostos específicos, depende da composição do bagaço e das técnicas de extração empregadas. A Embrapa vem, há algum tempo, desenvolvendo processos de extração de compostos fenólicos a partir de bagaço de uva, provenientes da vinificação branca e tinta, usando misturas hidroetanólicas como solvente, temperaturas da ordem de 40-50 °C e acidificação branda, seguidos de concentração por membrana e secagem por atomização para a obtenção de extratos com teor elevado de compostos fenólicos (Cruz, 2013). Mais recentemente, também tem sido avaliado o uso de tecnologias emergentes, como ultrassom e micro-ondas, visando obter maiores rendimentos de extração em tempos consideravelmente menores. A técnica

de ultrassom vem mostrando melhores resultados de rendimento de extração devido ao fenômeno de cavitação que favorece a penetração do solvente na matriz e melhora o transporte entre a matriz sólida e a fase líquida. A potência do ultrassom, o volume de solvente e a presença de ácido, também influenciam o rendimento de extração dos compostos fenólicos e a capacidade antioxidante dos extratos (Caldas et al., 2018; Mazza et al., 2018).

Dada a sensibilidade dos compostos fenólicos a fatores como temperatura, pH e luz, os extratos líquidos obtidos a partir do bagaço de uva podem ser bastante instáveis. A microencapsulação destes compostos tem sido usada como uma alternativa de proteção e aumento de sua vida útil (Mazza et al., 2018), além de resultar em produtos com volume reduzido, facilitando a estocagem, manipulação e transporte

Recuperação de fibras alimentares da casca e da semente de uva

A recuperação de fibras de resíduos agroindustriais pode seguir diferentes rotas, dependendo do que se pretende obter e da finalidade de uso. Mais adiante, são abordadas as possibilidades de uso dos resíduos da uva, ricos em fibras vegetais, na obtenção de energia, alimentação animal, fertilizantes e produção de bioinsumos.

A recuperação de fibras com destino à alimentação humana, ou seja, a recuperação de fibras alimentares, pode compreender a obtenção das fibras solúveis e/ou insolúveis. Quando se deseja obter ambas as frações, a melhor rota tecnológica é a produção de uma farinha do bagaço, como descrito anteriormente, uma vez que o processamento é simplificado e demanda menor tempo, investimentos e custo.

Para a obtenção de fibras solúveis do bagaço de uva, quer da torta das sementes de uva, após a remoção do óleo, ou da casca, o principal processo ocorre através da extração convencional sólido-líquido, usando água como solvente, em altas temperaturas. Os parâmetros da extração variam entre os estudos e entre as variedades de uva. De modo geral, são avaliadas as variáveis razão sólido-líquido, temperatura e tempo de extração, tendo em vista o rendimento do processo. Em geral, o rendimento da extração de

fibras, a partir do bagaço de uva, varia entre 1 e 10%, em base seca (Elleuch et al., 2011; Beres et al., 2017).

Em linhas gerais, como apresentado na literatura e em estudos desenvolvidos pela Embrapa, as temperaturas de extração variam entre 50 e 100 °C, observando-se uma relação direta entre rendimento e temperatura (Ferreira et al., 2013; Beres et al., 2016; Barcelos et al., 2018), uma vez que o calor tem a propriedade de “afrouxar” os polissacarídeos da parede celular, favorecendo a liberação de parte dos polímeros para o meio de extração, tanto pela dissociação de ligações de hidrogênio intercadeias ou ainda pelo aumento termodinâmico do sistema, que favorece a difusão dos sólidos para o meio. Quando há a intenção de preservar os compostos fenólicos livres, juntamente com as fibras alimentares, indica-se o uso de processos com temperaturas inferiores a 60 °C (Lavelli et al., 2016), mesmo que os rendimentos sejam diminuídos.

Já as relações sólido-líquido variam entre 1:4 e 1:12 e podem, ou não, apresentar uma influência significativa no rendimento do processo. O importante é que o volume de água utilizado deve ser suficiente para exceder a absorção de água pelo bagaço, fazendo com que o solvente possa promover a difusão das fibras para o meio de extração (Ferreira et al., 2013). A extração de fibras das sementes e da torta tende a requerer maiores quantidades de água no sistema, uma vez que esses polissacarídeos têm uma intensa propriedade de absorção de água (Costa et al., 2017).

Os tempos de extração variam entre 1 e 6 h, quando o modo convencional com água é usado, o que pode gerar um alto custo e ser uma limitante da aplicação do processo. O uso de tecnologias adicionais, como as extrações assistidas por ultrassom, micro-ondas ou autoclavação, apesar de terem um custo adicional de investimento, contribuem para a redução do tempo de extração e do volume de solvente além de aumentarem os rendimentos (Tiwari, 2015; Zhu et al., 2015).

O uso de enzimas, como celulasas, xilanases e hemicelulasas, também pode ser uma estratégia para a ruptura da parede celular dos bagaços, liberando polissacarídeos ou oligossacarídeos para a solução. Quando o objetivo é obter polissacarídeos, o uso de enzimas é menos recomendado, pois estas podem romper as cadeias do polímero. No entanto, essa tem sido uma

estratégia interessante na obtenção de oligossacarídeos funcionais, como os fruto- xilo- e mano-oligossacarídeos (FOS, XOS, MOS, respectivamente) que apresentam reconhecido potencial prebiótico (Chamorro et al., 2012; Puri et al., 2012; Costa et al., 2018).

A extração das fibras é, sem dúvida, o processo mais importante na recuperação de fibras alimentares solúveis dos bagaços de uva, pois é nesse processo que as moléculas são retiradas da matriz, passando ao extrato. Visando versatilidade de uso e aumento de vida útil, o extrato líquido obtido pode ser concentrado e seco. A concentração pode ser realizada por meio de evaporação rotatória ou por membranas. Já a secagem pode ser realizada por meio de atomização ou liofilização. A atomização é o processo mais indicado se o insumo for aplicado em alimentos, dado o custo elevado da liofilização e o uso já difundido da atomização no setor industrial de alimentos. Nos casos em que há a presença de muitos açúcares livres no extrato, agentes de secagem, como a maltodextrina, podem ser usados para evitar a aglomeração do pó (Lavelli et al., 2016).

Ainda em termos de processamento, recomenda-se que, sempre que possível, a recuperação das fibras seja realizada próximo à indústria processadora de vinho, de modo a preservar as moléculas, evitar a fermentação dos bagaços e diminuir o custo e logística de transporte.

Apesar das diversas etapas envolvidas nos processos de recuperação de fibras solúveis do bagaço de uva e dos baixos rendimentos obtidos (em torno de 10% em peso seco), tanto para as fibras da semente como da casca, o potencial de aplicação desses insumos é diversificado, incluindo a incorporação em produtos cárneos, na panificação, em produtos lácteos e à base de frutas (Lavelli et al., 2016). Essas fibras são também potenciais candidatas para o mercado de suplementos alimentares, pois são consideradas como fibras nobres, principalmente as arabinogalactanas (cascas) e as galactomananas (sementes). Além de auxiliarem na regulação do trato intestinal e apresentarem efeitos prebióticos, sabe-se que estas fibras também auxiliam na modulação do sistema imunológico e na redução de riscos de aparecimento de doenças crônicas não degenerativas, como o diabetes e as dislipidemias, pela redução da absorção de açúcares e gorduras no intestino.

Destinos para a aplicação da biomassa final

A biomassa resultante dos processos de extração de óleo, de compostos bioativos e de fibras solúveis do bagaço da uva, é formada por material lignocelulósico composto, principalmente, por celulose, hemicelulose e lignina. Dependendo da variedade, esta biomassa apresenta diferentes teores de fibra e diferente proporção entre as frações que a compõe, sendo importante conhecer sua composição antes de utilizá-la na geração de produtos de maior valor agregado.

A Figura 6 apresenta as principais aplicações da biomassa da uva, descritas a seguir:

Geração de energia pela queima

A busca por fontes alternativas renováveis para suprir as necessidades de energia tem aumentado e, neste contexto, a biomassa da uva demonstra boas características como combustível sólido e gasoso. Também atende aos desafios de sustentabilidade, pois pode ser utilizada alternativamente aos recursos fósseis, além de ser encontrada em grandes quantidades. Na queima da biomassa na forma de material particulado, *pellets* ou briquetes, são gerados gases que, por sua vez, são transformados em energia. No entanto, para que o aproveitamento energético da biomassa da uva seja viável, existem entraves a serem considerados: (i) poder calorífico menor que do carvão, do gás natural e do petróleo; (ii) teor de umidade muito elevado, o que é uma barreira à sua combustão, armazenamento e transporte; (iii) comportamento higroscópico, que dificulta o armazenamento; (iv) necessidade de mistura com outras biomassas para reduzir a emissão de poluentes (Botelho, 2016). Ainda assim, a co-gaseificação da biomassa da uva (combustível gasoso) com carvão mostra-se vantajosa, pois a biomassa apresenta teores de matéria volátil superior e de cinzas inferior, resultando em mais gás do que se fosse usado apenas o carvão (Lapuerta et al., 2008).

Alimentação animal

A biomassa da uva revela-se uma opção interessante como complemento alimentar para animais. Uma barreira de uso é seu teor elevado de taninos, que dependendo do tipo e nível ingerido, pode afetar a utilização de nutrientes pelos animais, devido à sua capacidade de se ligar a proteínas, minerais e carboidratos. Para contornar este problema, pode-se adicionar agentes

que desativam os taninos, como o polietilenoglicol (Abarghuei et al., 2010). Para os ruminantes, os taninos podem ser menos nocivos, pelo fato da fermentação pelos microrganismos do rúmen diminuir os efeitos negativos destes compostos.

Fertilizante

A biomassa da uva pode ser usada como fertilizante agrícola e, inclusive, o interesse em seu uso está em evidência pelo fato de ser um fertilizante orgânico. Simultaneamente, a adição exclusiva de fertilizantes químicos não é mais considerada o melhor método de controle. No entanto, o uso da biomassa da uva pode causar alguns problemas por possibilitar a liberação de compostos fitotóxicos, nomeadamente fenóis e taninos, e promover o aumento do teor de cobre, zinco e manganês no solo. Estes efeitos, que podem ser acentuados em situação de acidez do solo, podem conduzir a problemas de fitotoxicidade com reflexos negativos no desenvolvimento vegetativo e na qualidade da produção. Para minimizar estes efeitos, a biomassa da uva precisa ser compostada antes de ser aplicada ao solo. A compostagem permite não só reduzir os efeitos negativos associados à presença dos agentes de fitotoxicidade, como também conduz à obtenção de um composto orgânico de acrescido valor agrônômico, para ser usado como corretivo orgânico ou como constituinte de suporte na cultura de videiras (Fernandes et al., 2005).

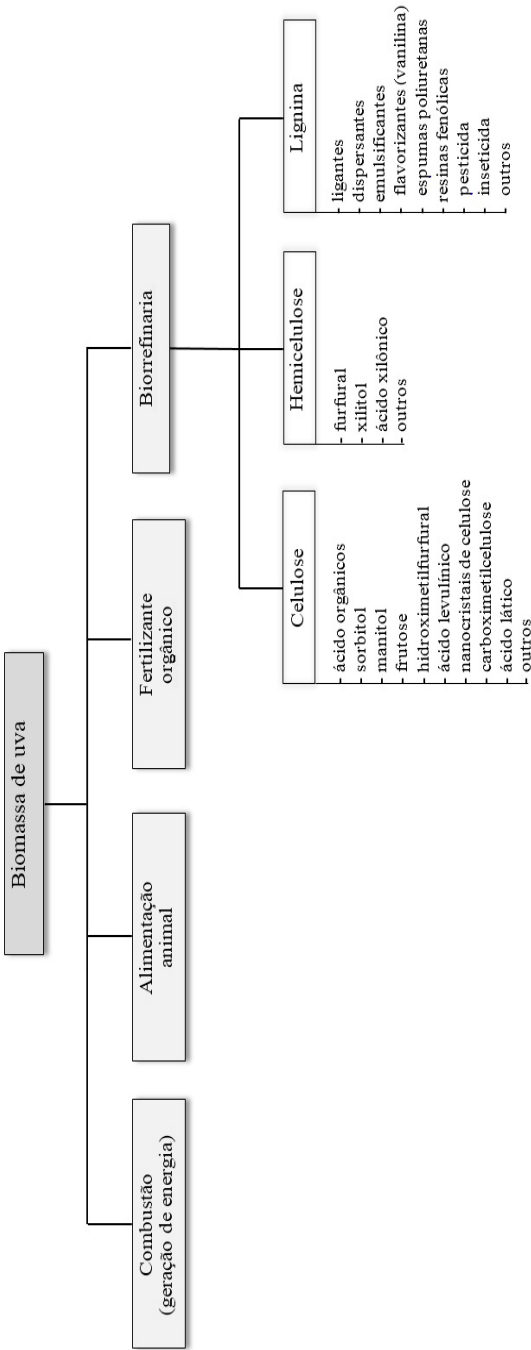


Figura 6. Principais aplicações da biomassa de uva.

Obtenção de bioprodutos

O uso de biomassa da uva como combustível, fertilizante ou ração animal, apesar de possível, deixa de explorar todo o potencial de mercado deste material. Assim, no contexto de aproveitamento da biomassa na geração de produtos de maior valor agregado, surge o conceito de biorrefinarias, que envolve a obtenção de produtos de elevado valor agregado por meio de rota bioquímica ou termoquímica.

O desenvolvimento de biorrefinarias tem sido apontado como forma de valorar resíduos e coprodutos, e reduzir a eliminação de resíduos industriais. Inegavelmente, a obtenção de bioprodutos é a rota de maior aproveitamento da biomassa da uva. No entanto, esbarra em algumas dificuldades relacionadas à estrutura cristalina da celulose e sua forte associação com a lignina, que tornam estes compostos altamente resistente à hidrólise e/ou conversão química, enzimática ou microbiológica.

É importante ressaltar que, para ser considerado eficiente, um processo deve ser caracterizado por uma série de fatores como: (i) evitar a necessidade de redução do tamanho das partículas da biomassa; (ii) produzir menor quantidade possível de compostos inibitórios ao crescimento e atuação dos microrganismos fermentativos e (iii) utilizar menos energia possível. Estas características também devem ser levadas em consideração nas biorrefinarias.

A composição da fibra da biomassa é de grande importância na produção dos compostos de alto valor agregado, visto que cada fração resultará em bioprodutos específicos. Os bioprodutos da celulose são os produtos obtidos pela hidrólise completa da celulose. A glicose gerada na hidrólise da celulose pode ser convertida, por processos químicos, enzimáticos e bioquímicos, em ácidos orgânicos, glicerol, sorbitol, manitol, frutose, enzimas, entre outras substâncias (Química..., 2010). A glicose pode ainda ser convertida em hidroximetilfurfural (HMF), que é um importante intermediário para a produção de dimetilfurfural e em ácido levulínico, que é precursor de solventes e lubrificantes (Kamm; Kamm, 2004). Destaca-se, também, a obtenção de nanocristais de celulose usados no preparo de compósitos como plásticos, filmes, membranas, implantes médicos e na indústria têxtil para produzir tecidos que permitem maior transpiração. Para atender às indústrias

farmacêutica, alimentícia e cosmecêutica, a glucose pode ser convertida a carboximetilcelulose e metilcelulose, as quais são amplamente usadas como espessantes, matrizes de liberação controlada de compostos ativos e géis hidrofílicos (Caleguer; Benassi, 2007). A glicose pode, ainda, ser utilizada como substrato para a produção de ácido lático e para a produção de biossurfactantes naturais com custo competitivo, que apresentam biodegradabilidade e menor toxicidade (Rivera et al., 2007).

Os bioprodutos das hemiceluloses são dependentes da variedade de uva, por se tratar de uma fração heterogênea e sua hidrólise originar uma mistura de açúcares. Ainda assim, a xilose é um açúcar predominante nesta fração. Na conversão da xilose produz-se furfural, que é um solvente utilizado em larga escala na purificação de óleos minerais, de vegetais e animais (Química..., 2010). A xilose pode também ser substrato para leveduras, resultando no xilitol, muito usado na indústria alimentícia e no ácido xilônico, que é um bioproduto de aplicações bastante versáteis na indústria de alimentos, química e farmacêutica, e também usado na síntese de outros compostos químicos.

Em relação à lignina, embora a maior parte ainda seja queimada para gerar energia, também oferece perspectivas de utilização para a obtenção de bioprodutos de alto valor agregado na área de alimentos e na indústria cosmeceutica, como ligantes, dispersantes, emulsificantes e flavorizante (vanilina). Também pode ser hidrolisada em frações de massas molares menores, sendo utilizadas na fabricação de espumas de poliuretanas, resinas fenólicas e epóxi e podem ser convertidas em fibras de carbono. Apresenta potencial de uso como pesticida, inseticida, como agente aglomerante ou de flutuação no tratamento de efluentes, como agente para melhorar a viscosidade dos lodos na perfuração de poços petrolíferos e artesianos, entre outras aplicações (Química..., 2010).

Potencial de aplicação dos insumos recuperados do bagaço de uva

O bagaço de uva integral pode ser usado, diretamente, como alimento para animais, fertilizante ou combustível mas, quando isto ocorre, os componentes de alto valor agregado contidos nele são perdidos. Como alternativa, este resíduo poderia estar disponível para estas aplicações somente após o processo de recuperação desses compostos de mais alto valor agregado, como é o caso da farinha de casca, do óleo da semente e dos extratos ricos em fibras antioxidantes ou em compostos bioativos.

A seguir, são apresentadas algumas aplicações dos insumos de alto valor agregado recuperados do bagaço de uva:

- **Farinha de casca:** usada na indústria de alimentos e bebidas por conferir benefício à saúde, cor e efeito antioxidante. Além de ser, naturalmente, um produto sem glúten, o que a torna um ingrediente chave em dietas com restrição às proteínas do trigo, confere um aporte de fibras e de compostos antioxidantes ao produto alimentício. Também atua na melhoria da conservação dos alimentos devido à sua atividade antimicrobiana e ao efeito de inibição ou diminuição da oxidação (prevenção da rancidez oxidativa). Em alimentos, a farinha da casca de uva apresenta alto potencial de uso na panificação e confeitaria, podendo ser adicionada em cereais matinais, pães, biscoitos, bolos, barras de cereais, produtos expandidos e geleias. Também apresenta potencial de aplicação em suplementos vitamínicos e sucos. O enriquecimento de produtos lácteos (iogurtes e bebidas lácteas) com os

compostos fenólicos presentes na farinha de casca vem sendo bastante explorado. Essa farinha também pode ser fermentada ou destilada para a produção de bebidas alcoólicas como, por exemplo, a grapa, bebida bastante apreciada no Sul do Brasil.

■ **Óleo:** é amplamente usado como ingrediente cosmético e farmacêutico. É rico em antioxidantes e esteróis e, por esta razão, é o óleo preferido para regeneração e reestruturação dos tecidos da pele. Os antioxidantes presentes no óleo, em especial a vitamina E, ajudam a proteger a pele e reverterem os radicais livres induzidos pela exposição a raios ultravioleta (UV). O ácido linoleico, ácido graxo mais abundante do óleo de semente de uva, auxilia na cicatrização de queimaduras solares e pode atuar retardando o surgimento de acnes (Dwyer et al., 2014). Na área de alimentos, o óleo tem sido usado em produtos cárneos para alterar o perfil de ácidos graxos, melhorando as propriedades nutricionais e a redução da perda de cozimento. Além das características nutricionais, o óleo de semente de uva apresenta propriedades interessantes para a indústria de alimentos devido ao seu alto ponto de fumaça. Atualmente, vem ganhando mercado como produto “gourmet”. No entanto, embora os consumidores percebam o óleo de semente de uva como uma alternativa mais saudável do que outros óleos, ainda não é amplamente utilizado devido ao seu alto preço.

■ **Compostos bioativos** (compostos fenólicos, incluindo antocianinas e taninos): há muitas aplicações promissoras para o uso dos compostos bioativos extraídos da casca ou da semente da uva, tanto na indústria alimentícia, como na farmacêutica e cosmeceutica, como segue:

- **Preservação de alimentos:** devido a sua elevada capacidade antioxidante, os compostos fenólicos extraídos do bagaço de uva têm sido sugeridos como antioxidantes naturais em substituição aos antioxidantes sintéticos para uso em alimentos, em geral, especialmente em produtos cárneos (crus e cozidos) (Ahmad et al., 2015).

- **Efeito fotoprotetor:** os compostos fenólicos antioxidantes têm sido usados na fabricação de cosméticos, em geral, e como fotoprotetores. Apresentam ação antissolar baseada na sua capacidade de absorção de raios UV. Têm forte apelo por serem produtos de origem vegetal, natural e apresentarem reduzido risco de reações alérgicas ou de fotossensibilidade promovida por

filtros químicos sintéticos, comumente presentes em fotoprotetores (Dengo; Ferreira, 2017).

- Corante alimentar natural: as antocianinas isoladas da casca de uva tinta, conhecidas como enocianinas, são amplamente utilizadas na indústria alimentícia como corante alimentar natural. A excelente propriedade de coloração e estabilidade permite seu uso em diferentes matrizes como sobremesas lácteas, sorvetes, bebidas, sucos e outras preparações culinárias (Garcia-Lomillo; Gonzalez-Sanjose, 2017).

- Coadjuvante tecnológico em lácteos: a incorporação de extrato rico em compostos fenólicos em leite retarda a coagulação do leite e diminui a sinérese, o que é explicado pelo efeito das interações hidrofóbicas entre a caseína e os fenólicos (Silva et al., 2015).

- Benefícios à saúde: os extratos com alto teor de bioativos vêm sendo aplicados em diversas matrizes alimentícias com o objetivo de aumentar o teor total de fenólicos e a atividade antioxidante dos produtos processados e impactar positivamente na saúde. Entre os produtos enriquecidos com extratos do bagaço de uva destacam-se os produtos lácteos (iogurtes, bebidas lácteas, leites fermentados) (Karaaslan et al., 2011; Santos et al., 2017). Também há estudos de adição de extratos em infusão de chá (Bekhit et al., 2011).

- Fibras antioxidantes: extraídas da casca ou da semente da uva, as fibras antioxidantes podem ser aplicadas em diversos produtos alimentícios, como fonte de fibras e compostos fenólicos antioxidantes, agregando efeitos benéficos à saúde. Além desses benefícios, as fibras antioxidantes, devido à presença de compostos fenólicos da uva, conferem os mesmos benefícios tecnológicos já mencionados anteriormente quando se adiciona extratos ricos em compostos bioativos (preservação dos alimentos e cor). Produtos lácteos, como iogurtes e bebidas lácteas, e os produtos panificáveis são as categorias com o maior número de aplicações das fibras antioxidantes. Há também aplicações em molhos de saladas, hambúrguer de frango e em produtos à base de pescado (Tseng; Zhao, 2013).

A Figura 7 apresenta um mapa de oportunidades para o aproveitamento integral do bagaço da uva, tendo em vista a recuperação do óleo, compostos

bioativos, fibras alimentares e aplicação da biomassa final, dando uma visão geral das diferentes formas de valoração do bagaço da uva.

Considerações finais

Diversas soluções tecnológicas para o aproveitamento integral dos resíduos do processamento de uva em vinho estão disponíveis atualmente, possibilitando sua transformação em produtos de interesse para a indústria de alimentos, suplementos, farmacêutica e cosmética.

Para o setor produtivo, a adoção de tecnologias para a valorização de resíduos agroindustriais com base na geração de produtos de alto valor agregado deve ser incentivada, uma vez que representa oportunidades de negócio relevantes do ponto de vista econômico e ambiental.

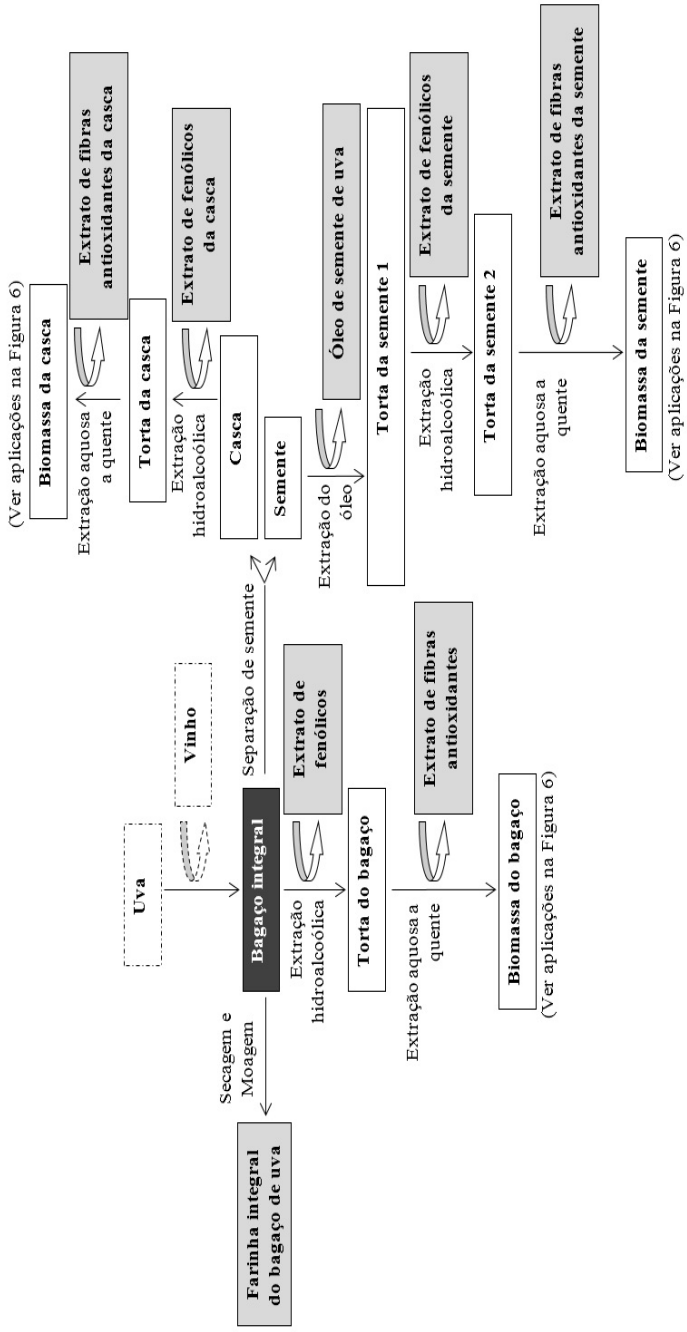


Figura 7. Mapa geral de oportunidades para valoração e aproveitamento do bagaço de uva da vitivinicultura.

Referências

ABARGHUEI, M. J.; ROUZBEHAN, Y.; ALIPOUR, D. The influence of the grape pomace on the ruminal parameters of sheep. **Livestock Science**, v. 132, p. 73–79, 2010.

ABBAS, K. A.; MOHAMED, A.; ABDULAMIR, A. S.; ABAS, H. A. A Review on Supercritical Fluid Extraction as New Analytical Method. **American Journal of Biochemistry and Biotechnology**, v. 4, n. 4, p. 345-353, 2008.

AHMAD, S. R.; GOKULAKRISHNAN, P.; RIRIPRASAD, R.; YATOO, M. A. Fruit-based natural antioxidants in meat and meat products: a review. **Critical Review of Food Science Nutrition**, v. 55, n. 11, p. 1503-1513, 2015.

AMIENYO, D.; CAMILLERI, C.; AZAPAGIC, A. Environmental impacts of consumption of Australian red wine in the UK. **Journal of Cleaner Production**, v. 72, p. 110-119, 2014.

AYED, N.; YU, H. L.; LACROIX, M. Improvement of anthocyanin yield and shelf-life extension of grape pomace by gamma irradiation. **Food Research International**, v. 32, p. 539–543, 1999.

BARCELLOS, T.; BERES, C.; SOUZA, E. F. de; NOGUEIRA, R. I.; SILVA, C. M.; SANTOS, K. M. O. Extração aquosa do bagaço de uva Merlot resultante de vinificação tinta: obtenção de fibras alimentares e compostos fenólicos. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE HORTICULTURA, 1., 2018, Lisboa. Lisboa: Associação Portuguesa de Horticultura, mar. 2018. p. 504-509. (Actas Portuguesas de Horticultura, 29).

BEKHIT, A. E. D.; CHENG, V. J.; MCCONNELL, M.; ZHAO, J. H.; SEDCOLE, R.; HARRISON, R. Antioxidant activities, sensory and anti-influenza activity of grape skin tea infusion. **Food Chemistry**, v. 129, p. 837-845, 2011.

BERES, C.; COSTA, G. N. S.; CABEZUDO, I.; SILVA; JAMES, N. K.; TELES, A. S. C.; CRUZ, A. P. G.; MELLINGER-SILVA, C.; TONON, R. V.; CABRAL, L. M. C.; FREITAS, S. P. Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: a review. **Waste Management**, v. 68, p. 581-594, 2017.

BERES, C.; SIMAS-TOSIN, F. F.; CABEZUDO, I.; FREITAS, S. P.; IACOMINI, M.; MELLINGER-SILVA, C.; CABRAL, L. M. C. Antioxidant dietary fibre recovery from Brazilian Pinot noir grape pomace. **Food Chemistry**, v. 201, p. 145-152, 2016.

BOTELHO, T. D. A. C. **Efeitos da torrefacção na combustão de bagaço de uva**. 2016. 39 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Mecânica) - Universidade de Lisboa, Lisboa.

BRENES, A.; VIVEROS, A.; CHAMORRO, S.; ARIJA, I. Use of polyphenol-rich grape by-products in monogastric nutrition. A review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 211, p. 1-7, 2016.

BUCKERIDGE, M. S.; TINÉ, M. A.; SANTOS, H. D.; LIMA, D. U. D. Polissacarídeos de reserva de parede celular em sementes. Estrutura, metabolismo, funções e aspectos ecológicos. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p. 137-162, 2000.

CALDAS, T. W.; MAZZA, K. E. L.; TELES, A. S. C.; MATTOS, G. N.; BRIGIDA, A. I. S.; CONTE-JUNIOR, C. A.; BORGUINI, R. G.; GODOY, R. L. O.; CABRAL, L. M. C.; TONON, R. V. Phenolic compounds recovery from grape skin using conventional and non-conventional extraction methods. **Industrial Crops and Products**, v. 111, p. 86-91, 2018.

CALEGUER, V. F.; BENASSI, M. T. Effect of adding pulp carboxymethyl cellulose and Arabic gum to sensory characteristics and acceptance of powdered orange flavored refreshments. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 270-277, 2007.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; RITSCHKE, P. **Novas cultivares brasileiras de uva**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 64 p., 2010

CHAMORRO, S.; VIVEROS, A.; ALVAREZ, I.; VEGA, E.; BRENES, A. Changes in polyphenol and polysaccharide content of grape seed extract and grape pomace after enzymatic treatment. **Food Chemistry**, v. 133, p. 308-314, 2012.

CHRIST, K. L.; BURRIT, R. L. Critical environmental concerns in wine production: an integrative review. **Journal of Cleaner Production**, v. 53, p. 232-242, 2013.

COSTA, G. N. S.; TONON, R. V.; SILVA, C. M.; GALDEANO, M. C.; ALMEIDA, E. L. Extração aquosa de semente de uva desengordurada para obtenção de extratos ricos em açúcares e compostos bioativos. **Higiene Alimentar**, v. 31, p. 4324-4328, 2017.

COSTA, J. R.; TONON, R. V.; GOTTSCHALK, L. M. F.; SANTIAGO, M. C. P. de A.; SILVA, C. M.; PASTRANA, L.; PINTADO, M. M.; CABRAL, L. M. C. Enzymatic production of xylooligosaccharides from Brazilian Syrah grape pomace flour: a green alternative to conventional methods for adding value to

agricultural by- products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 2018. 8 p.

COURI, S.; FREITAS, S. P. Aplicação de enzimas na extração aquosa de óleos vegetais. In: PASTORE, G. (Org.). **Ciência de Alimentos: Avanços e Perspectivas**. Campinas: Ed. UNICAMP, 2001, p.28-32. v. 2

CRUZ, A. P. G. **Recuperação de compostos bioativos a partir de resíduos da indústria vitivinícola**. 2013. 202 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

DENG, Q.; PENNER, M. H.; ZHAO, Y. Chemical composition of dietary fibre and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins. **Food Research International**, v. 44, p. 2712-2720, 2011.

DENGO, B. L.; FERREIRA, J. R. N. Avaliação in vitro do potencial fotoprotetor do extrato do bagaço da uva isabel (*Vitis labrusca* L). **Evidência**, v. 17, n. 1, p. 45-56, 2017.

DWYER, K; HOSSEINIAN, F.; ROD, M. The Market Potential of Grape Waste Alternatives. **Journal of Food Research**, v. 3, p. 91-106, 2014.

ELLEUCH, M.; BEDIGIAN, D.; ROISEUX, O.; BESBES, S.; BLECKER, C.; ATTIA, H. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*, v. 124, n. 2, p. 411-421, 2011.

FERNANDES, A.; COSTA, M.; VASCONCELOS, C.; PINTADO, M. A compostagem de bagaço de uva com vista à obtenção de correctivos orgânicos e suportes de cultura de qualidade. **Actas Portuguesas de Horticultura**, v. 3, p. 297-303, 2005.

FERNANDES, L.; CASAL, S.; CRUZ, R.; PEREIRA, J. A.; RAMALHOS, E. Seed oils of ten traditional Portuguese grape varieties with interesting chemical and antioxidant properties. **Food Research International**, v. 50, n. 1, p. 161-166, 2013.

FERREIRA, C. S.; DE PINHO, M. N.; CABRAL, L. M. C. Solid-liquid extraction and concentration with processes of membrane technology of soluble fibres from wine grape pomace. **Técnico Lisboa**, p. 1–9, 2013.

GARAVAGLIA J.; MARKOSKI, M. M.; OLIVEIRA, A.; MERCADENTI, A. Grape seed oil compounds: Biological and chemical actions for health. **Nutrition and metabolic insights**, v. 9, p. 59-64, 2016.

GARCIA-LOMILLO, J.; GONZALEZ-SANJOSE, M. L. Applications of wine pomace in the food industry: Approaches and functions. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 16, p. 3-22, 2017.

GEORGIEV V.; ANANGA A.; TSOLOVA V. Recent advances and uses of grape flavonoids as nutraceuticals. **Nutrients**, v. 6, n. 1, p. 391-415, 2014.

GONZÁLEZ-CENTENO, M. R.; KNOERZER, K.; SABAREZ, H.; SIMAL, S.; ROSSELLÓ, C.; FEMENIA, A. Effect of acoustic frequency and power density on the aqueous ultrasonic-assisted extraction of grape pomace (*Vitis vinifera* L.) – A response surface approach. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 21, p. 2176-2184, 2014.

GONZÁLEZ-CENTENO, M. R.; ROSSELLÓ, C.; SIMAL, S.; GARAU, M. C.; LÓPEZ, F.; FEMENIA, A. Physico-chemical properties of cell wall material obtained from ten grape varieties and their byproducts: grape pomaces and stems. **LWT-Food Science and Technology**, v. 43, p. 1580-1586, 2010.

GUERRA, C. C.; BARNABÉ, D. Vinho. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de Bebidas**: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação, mercado. Botucatu: Blücher, 2005. p. 423-451.

GÓMEZ-PLAZA, E.; MIÑANO, A.; LÓPEZ-ROCA, J. M. Comparison of chromatic properties, stability and antioxidant capacity of anthocyanin-based aqueous extracts from grape pomace obtained from different vinification methods. **Food Chemistry**, v. 97, n. 1, p. 87-94, 2006.

KAMM, B.; KAMM, M. Principles of biorefineries. **Applied Microbiological Biotechnology**, v. 64, n. 2, p. 137-145, 2004.

KARAASLAN, M.; OZDEN, M.; VARDIN, H.; TURKOJLN, H. Phenolic fortification of yogurt using grape and callus extracts. **LWT – Food Science and Technology**, v. 44, p. 1065–1072, 2011.

LAPUERTA, M.; HERNÁNDEZ, J. J.; PAZO, A.; LÓPEZ, J. Gasification and co-gasification of biomass wastes: Effect of the biomass origin and the gasifier operating conditions. **Fuel Processing Technology**, v. 89, p. 828-837, 2008.

LAVELLI, V.; TORRI, L.; ZEPPA, G.; FIORI, L.; SPIGNO, G. Recovery of winemaking by-products for innovative food applications. **Italian Journal of Food Science**, v. 28, p. 542-564, 2016.

LUQUE-RODRIGUEZ, J. M.; LUQUE DE CASTRO, M. D.; PEREZ-JUAN, P. Extraction of fatty acid from grape seed by superheated hexane. **Talanta**, v. 68, n. 1, p. 126-130, 2005.

MAZZA, K. E. L.; SANTIAGO, M. C. P. de A.; NASCIMENTO, L. da S. de M. do; GODOY, R. L. de O.; SOUZA, E. F. de; BRIGIDA, A. I. S.; BORGUINI, R. G.; TONON, R. V. Syrah grape skin valorisation using ultrasound-assisted extraction: Phenolic compounds recovery, antioxidant capacity and phenolic profile. **International Journal of Food Science and Technology**, p. 1-10, 2018.

MENDES, J. A. S.; PROZIL, S. O.; EVTUGUIN, D. V.; LOPES, L. P. C. Towards comprehensive utilization of winemaking residues: Characterization of grape skins from red grape pomace variety **Touriga Nacional. Industrial Crops and Products**, v. 43, p. 25-32, 2013.

PURI, M.; SHARMA, D.; BARROW, C. J. Enzyme-assisted extraction of bioactives from plants. **Trends Biotechnology**, v. 30, p. 37-44, 2012.

QUÍMICA verde no Brasil: 2010-2030. Brasília, DF: CGEE, 2010. 438 p. il. Colaboradores: Adelaide Maria de Souza Antunes; Andressa Gusmão; Carlos René Klotz Rabello; Daniel Hoeffle; Eduardo Falabella Sousa-Aguiar; Flávia Maria Lins Mendes; Flávio Araújo Pimentel; José Vítor Bomtempo; Larissa Barreto Paiva; Lucia Gorenstin Appel; Manoel Régis Lima Verde Leal; Mariana Azpiazu; Marlos Alves Bezerra; Nei Pereira Júnior; Paola Galera; Paulo Marcos Craveiro; Regina Celi Araújo Lago; Rodrigo Cartaxo.

RIVERA, O. M. P.; MOLDES, A. B.; TORRADO, A. M.; DOMINGUEZ, J. M. Lactic acid and biosurfactants production from hydrolyzed distilled grape marc. **Process Biochemistry**, v. 42, n. 6, p. 1010-1020, 2007.

ROCKENBACH, I. I.; JUNGFER, E.; RITTER, C.; SANTIAGO-SCHÜBEL, B.; THIELE, B.; FETT, R.; GALENSA, R. Characterization of flavan-3-ols in seeds of grape pomace by CE, HPLC-DAD-MS n and LC-ESI-FTICR-MS. **Food Research International**, v. 48, p. 848-855, 2012.

SANTOS, K. M. O. dos; OLIVEIRA, I. C. DE; LOPES, M. A. C.; CRUZ, A. P. G.; BURITI, F. C. A.; CABRAL, L. M. C. Addition of grape pomace extract to probiotic fermented goat milk: the effect on phenolic content, probiotic viability and sensory acceptability. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, p. 1108-1115, 2017.

SILVA, F. D.; MATUMOTO-PINTRO, P. T.; BAZINET, L.; COUILLARD, C.; BRITTEN, M. Effect of commercial grape extracts on the cheese-making properties of milk. **Journal of Dairy Science**, v. 98, p. 1552-1562, 2015.

SILVA, M. L. L. R. Caracterização dos subprodutos da vinificação. **Millenium - Revista ISPV**, p. 123-133, 2003.

SIMONAGGIO, D.; LEHN, D. N. Diferentes métodos para elaboração de vinho espumante. **Caderno pedagógico**, v. 11, n. 1, p. 78-90, 2014.

SUI, Y.; YANG, J.; YE, Q.; LI, H.; WANG, H. Infrared, convective, and sequential infrared and convective drying of wine grape pomace. **Drying Technology**, v. 32, p. 686–694, 2014.

TELES, A. S. C.; CHÁVEZ, D. W. H.; GOMES, F. dos S.; CABRAL, L. M. C.; TONON, R. V. Effect of temperature on the degradation of bioactive compounds of Pinot Noir grape pomace during drying. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, e2017059, 2018.

TIWARI, B. K. Ultrasound: A clean , green extraction technology. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 71, p. 100–109, 2015.

TSENG, A.; ZHAO, Y. Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. **Food Chemistry**, v. 138, p. 356-365, 2013.

ZANUS, M. C. Panorama da vitivinicultura brasileira. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 15.; CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 13., 2015, Bento Gonçalves. Palestras... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho: Associação Brasileira de Enologia, 2015. XV Congresso Latino-Americano de Viticultura e Enologia E XIII Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia.

ZHU, F.; DU, B.; ZHENG, L.; LI, J. Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace. **Food Chemistry**, v. 186, p. 207-212, 2015.



Agroindústria de Alimentos